 ISSN: 1815 - 8242

Floraciones de especies del género *Romeria*: nuevos registros para la flora cianobacterial peruana

Species waterblooms of the genus *Romeria*: new records for the Peruvian cyanobacterial flora

Haydee Montoya T., José Gómez C. y Mauro Mariano A.
Museo de Historia Natural. Departamento de Simbiosis Vegetal. UNMSM. Lima. Perú. Av. Arenales 1256. Apartado 14-0434. Lima 14, Perú.
Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas Antonio Raimondi, UNMSM. *haydmon@yahoo.com, mmarianoa@unmsm.edu.pe*

Resumen

La costa Peruana central presenta humedales superficiales como los de Puerto Viejo localizado en el Departamento de Lima. La colección cianobacterial estándar de los ecosistemas acuáticos con registros de parámetros físico- químicos (pH, salinidad, temperatura, fosfatos, nitratos) fueron realizados irregularmente entre 2001 y 2009. Las lagunas costeras evaluadas son expuestas al régimen hídrico anual con periodos de inundación y desecación. Poblaciones naturales de *Romeria gracilis* (Koczw.) Koczwara (Pseudanabaenaceae, Oscillatoriales) demostraron variaciones morfológicas con tricomas espirales y planctónicos (morfotipo I) que cambiaron gradualmente a tricomas bénticos seudofilamentosos, largos y curvados (morfotipo II) en cultivos estacionarios. Los morfotipos planctónicos de *R. gracilis* fueron reconocidos principalmente por la altura de la espiral que se relacionó con la gradiente de salinidad entre 12 – 20 ppm (NaCl). *Romeria leopoliensis* (Raciborski) Koczwara formó floraciones en habitats de agua dulce y salobres (0-1 ppm) con rango de pH entre 7.5 y 8. La plasticidad fenotípica cianobacterial y la heterogeneidad en los patrones distribucionales (fase bentónica y planctónica) de las especies están relacionadas con sus estrategias adaptativas que favorecen su colonización exitosa en humedales expuestos a un régimen hidrológico fluctuante.
Palabras clave: Morfotipo, plasticidad fenotípica, halófilo, fluctuación.

Abstract

The Peruvian coast has tropical shallow wetlands such as Puerto Viejo located at Lima Department. Standard cyanobacterial collection of the aquatic ecosystems with the physical -chemical parameters (pH, salinity, temperature, phosphate, nitrate) were registered irregularly between 2001 – 2009. The lagoon ecosystems are exposed to the annual fluctuating hydrological regime with flooding and desiccation periods. Natural populations of *Romeria gracilis* (Koczw.) Koczwara (Pseudanabaenaceae, Oscillatoriales) showed morphological variations where the planktic spiral trichomes (morphotype I) turned in stationary cultures to long, curved, pseudofilamentous benthic forms (morphotype II). The plancktic morphotypes of *R. gracilis* were recognized mainly for the spiral heigth related to the salinity gradient between 12 - 20 ppt. Cyanobacterial phenotypic plasticity and the heterogeneity of distributional patterns of the species (plancktic and benthic phases) are probably related to its adaptative strategies which provide successful colonization under hydrological fluctuating conditions at coastal wetlands.
Key words: morphotype, phenotypic plasticity, halophyte, fluctuation

Introducción

El humedal de Puerto Viejo en la zona costera central comprende lagunas costeras tropicales superficiales que forman parte del corredor biológico de la costa del Pacifico de Sudamérica. Las cianobacterias o cianofitas fotoautotróficas oxigénicas constituyen un grupo de procariontes de amplia distribución en ambientes acuáticos con numerosos representantes formando floraciones o biodermas bentónicos. Muchas especies exhiben plasticidad fenotípica frente a las diversas condiciones ambientales con el desarrollo de morfotipos o formas de vida en su ciclo de vida

mediante los procesos de adaptación o aclimatación (Montoya & Golubic, 1991; Whitton & Potts 2000; Komarek, 2006); La diversidad cianobacterial en ambientes tropicales es aun poco conocida en nuestro país. La revisión del género *Romeria* (Oscillatoriales) fue realizado por Komárek (2001) quien ha reportado 19 especies, algunas de las cuales proceden de reservorios eutróficos.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la variabilidad fenotípica de las especies de *Romeria* en lagunas superficiales fluctuantes como las de Puerto Viejo.

Material y Métodos

El humedal de Puerto Viejo está localizado en la región costera central entre los 69 y 73 km al sur del Departamento de Lima. La evaluación de la flora cianobacterial se inició con colecciones cianobacteriales estándar realizadas en forma irregular entre 2001 y 2009. El registro de los parámetros físico químicos (pH, salinidad, temperatura) de muestras de la columna de agua se realizó *"in situ"* simultáneamente con las colecciones. El pH fue medido mediante varillas analíticas indicadoras (Merck). La medición de la salinidad (ppm) se realizó mediante un salinómetro (NaCl) AO T/C. Los fosfatos (iones ortofosfato) fueron medidos mediante cintas analíticas (Merck) como mg L-1. Los nitratos fueron detectados por el test para nitratos de La Motte (modelo NCR) en mg L-1. Cultivos estacionarios (batch) de muestras naturales fueron mantenidos en el laboratorio con un promedio de 21ºC de temperatura y un fotoperiodo de 8:16. Submuestras fueron fijadas y preservadas en 5% de formalina. Datos morfométricos de las especies y su rango de variación así como las microfotografias secuenciales de los diferentes estadiós vegetativos y reproductivos fueron realizados para la identificación de las especies y sus morfotipos con bibliografia especializada (Geitler 1932; Anagnostidis & Komárek1988; Komárek & Anagnostidis 2005; Komárek 2001; Komárek *et al.* 2003).

Resultados

Área de estudio

El humedal de Puerto Viejo está formado por una variedad de lagunas superficiales con un rango amplio en la calidad de sus aguas (aguas dulces, salobres y salinos). Las lagunas están expuestas a un régimen hidrológico anual con periodos de inundación y desecación. Las muestreadas fueron:

Laguna Grande: está localizada en la zona norte del humedal (12° 33'19.64"S, 76° 42'46.09"O), es superficial y parcialmente efímera en verano. La laguna con un área aproximada de 60 km^2 y máxima profundidad de 3 m posee aguas eutróficas salobres y salinas. El gradiente de salinidad oscila entre 2 y 90 ppm (NaCl) hasta la saturación, el rango de pH estuvo entre 7 y 10.5 y el rango de temperatura del agua entre 18 y 31ºC. La concentración de fosfatos estuvo entre 0.5 y 50 mg l^{-1} y los nitratos entre 0.6 a 0.88 mg l^{-1}.

Laguna La Bruja: está localizada al sur de la laguna Grande (12° 33' 23.09"S, 76° 42' 40.37"O). La parte norte de la laguna esta rodeada parcialmente de una loma o colina denominada La Bruja (por lo cual ha sido denominada). La profundidad de la laguna estuvo entre 0.5 y 2.50 m. La disminución gradual del nivel del agua de la laguna origina pozas, charcas y acequias. Durante el verano fue posible reconocer costras salinas en el lecho lacustre que está relacionado con la desecación parcial de laguna. La parte sur de la laguna registró los mayores valores de salinidad. El gradiente de salinidad osciló entre 5 y 18 ppm (71) hasta la saturación, el rango de pH estuvo entre 8 y 9(10) y el rango de temperatura entre 18 y 39ºC. La principal macrófita sumergida fue *Ruppia maritima.*

Laguna Mirador: está localizada al sur de laguna La Bruja (12°34'18.37" S,76°42'0.23" O). Esta laguna permanente y eutrófica tiene una profundidad que oscila entre 1.20 y 3.30 m, está rodeada de lomas arenosas y parcialmente por la macrófita emergente *Typha domingensis*. La gradiente de salinidad estuvo entre 0 y 12 ppm, el rango de pH entre 7 y 9 y los valores de la temperatura del agua entre 20 y 31ºC.

Caracterización de las morfoespecies de *Romeria*

Se reporta para nuestra diversidad cianobacterial la presencia de las cianobacterias filamentosas planctónicas *Romeria gracilis* y *R. leopoliensis* (Pseudanabaenaceae, Oscillatoriales) en lagunas someras costeras.

Fig.1. Floración dominante de *Romeria gracilis* asociada con la macrofita *Ruppia maritima* sumergida en la laguna La Bruja en verano (enero). Fig.2. Tricomas planctónicos espiralados (morfotipo I) de poblaciones naturales de *R. gracilis*.

Romeria gracilis (Koczw.) Koczwara y morfotipos

Tricomas libres, curvados helicoides, con espiras onduladas, cortas, abiertas con espiral regular o irregular, con 1 a 2.5 vueltas y de 7.5 a 19.3 µm de longitud. Tricomas rodeados por un mucilago tenue. La altura de las espiras están entre 9.1 y 12.8 µm. Fragmentación de tricomas frecuente con formación de hormogonios. Células cilíndricas, elongadas y constrictas, de 1.0 a 1.3 µm de diámetro por 1 a 2.1 µm de longitud. Este talo es denominado morfotipo I (Figs.1-2).

Especie dominante, forma floraciones planctónicas, verde azulados o verde amarillentos, coexiste principalmente con la macrófita *Ruppia maritima*. Los tricomas de *R. gracilis* desarrollaron en verano (enero) en la laguna La Bruja con una gradiente de salinidad entre 12 y 17 ppm, rango de pH entre de 8.5 a 8.7, valores de temperatura del agua entre 33 y 35ºC y concentración de fosfatos entre 8 y 10 mg l-1.

Poblaciones naturales de *R. gracilis* que permanecieron en cultivos estacionarios por una semana bajo condiciones de laboratorio desarrollaron masas filamentosas verde azuladas con talos seudofilamentosos bénticos (morfotipo II). Los seudofilamentos largos, curvados e irregulares con tricomas curvados, algunos de los cuales se enrollan como espiras superpuestas. Células redondeadas, cilíndricas, cuadradas, elongadas, de 0.75 a 1.0 µm de diámetro por 0.6 a 1.6 µm de longitud. Célula apical redondeada. Estos tricomas de los cultivos desarrollaron células más delgadas y cortas que el de las poblaciones naturales (Fig.3). Sin embargo, después de 3 semanas en cultivos estacionarios, los talos llegaron a ser más largos, curvados irregulares, ondulados y entrelazados. Las células alcanzaron de 0.8 a 1.9 um de diámetro por 1.0 a 1.6 µm de diámetro. Por consiguiente, después de tres semanas las células fueron ligeramente de mayor diámetro y mas cortas que las de poblaciones naturales (morfotipo I). (Figs.4-5).

En la laguna Grande, el talo planctónico de *R. gracilis* exhibió tricomas curvados, irregulares, espiralados, generalmente hasta dos vueltas espiraladas. La altura de espiras alcanzó entre 4.8 y 7.5 µm. Tricomas rodeados por un delgado mucilago. Células ovoides a cilíndricas de contenido celular finamente granulado, de 0.7 a 1.3 µm de diámetro por 0.8 a 2.1 (4.3) de longitud (morfotipo III). (Fig.6).

Este especie forma floraciones verde azuladas a fines de verano e inicios de otoño (Marzo, Mayo) en la laguna Grande con salinidades entre 13 y 20 ppm, rango de pH entre 8 y 9, rango de temperatura del agua entre 25 y 30ºC, concentración de fosfatos entre 5 y 8 mg l-1 y de nitratos entre 0.6 y 0.8 mg l-1.

Por consiguiente, las variaciones morfológicas de *R. gracilis* se evidenciaron con la formación de dos morfotipos (I, II) de la laguna La Bruja y un morfotipo (III) de la Laguna Grande.

Romeria leopoliensis (Raciborski) Koczwara

Cianobacteria filamentosa con tricomas libres, azul verdes, curvados helicoidalmente, formando espiras onduladas, laxas e irregulares, con pocas células. Tricomas rodeados por un mucilago fino. Altura de las espiras de 7.5 a 12 µm. Células cilíndricas, ovoides, elongadas, curvadas y ligeramente constrictas. Célula apical redondeada. Las células alcanzaron de 0.9 a 1.3 µm de diámetro por 3 a 7.5 µm de longitud. Fragmentación de los tricomas frecuente (Fig.7).

Las floraciones de *R. leopoliensis* se produjeron en primavera (inicios de diciembre) en la Laguna Mirador con valores de salinidad entre 0 y 1 ppm, rango de pH entre 7.5 – 8 y valores de temperatura del agua entre 20 y 24ºC.

Discusión

Las condiciones ambientales que originan cambios morfológicos en cianobacterias frecuentemente tienen variaciones espacio-temporales que influyen en la inestabilidad de las lagunas costeras someras que están relacionadas con las fluctuaciones anuales. Las fuerzas hidrodinámicas causadas por los vientos en las lagunas superficiales aunada a la gradiente de salinidad, disturbancia en los sedimentos (bioturbación) y la dinámica del seston producen las floraciones cianobacteriales (Oseguera *et al*., 2010). Las variaciones intraespecificas en *Romeria gracilis* que refleja su plasticidad fenotípica fue reconocida por sus

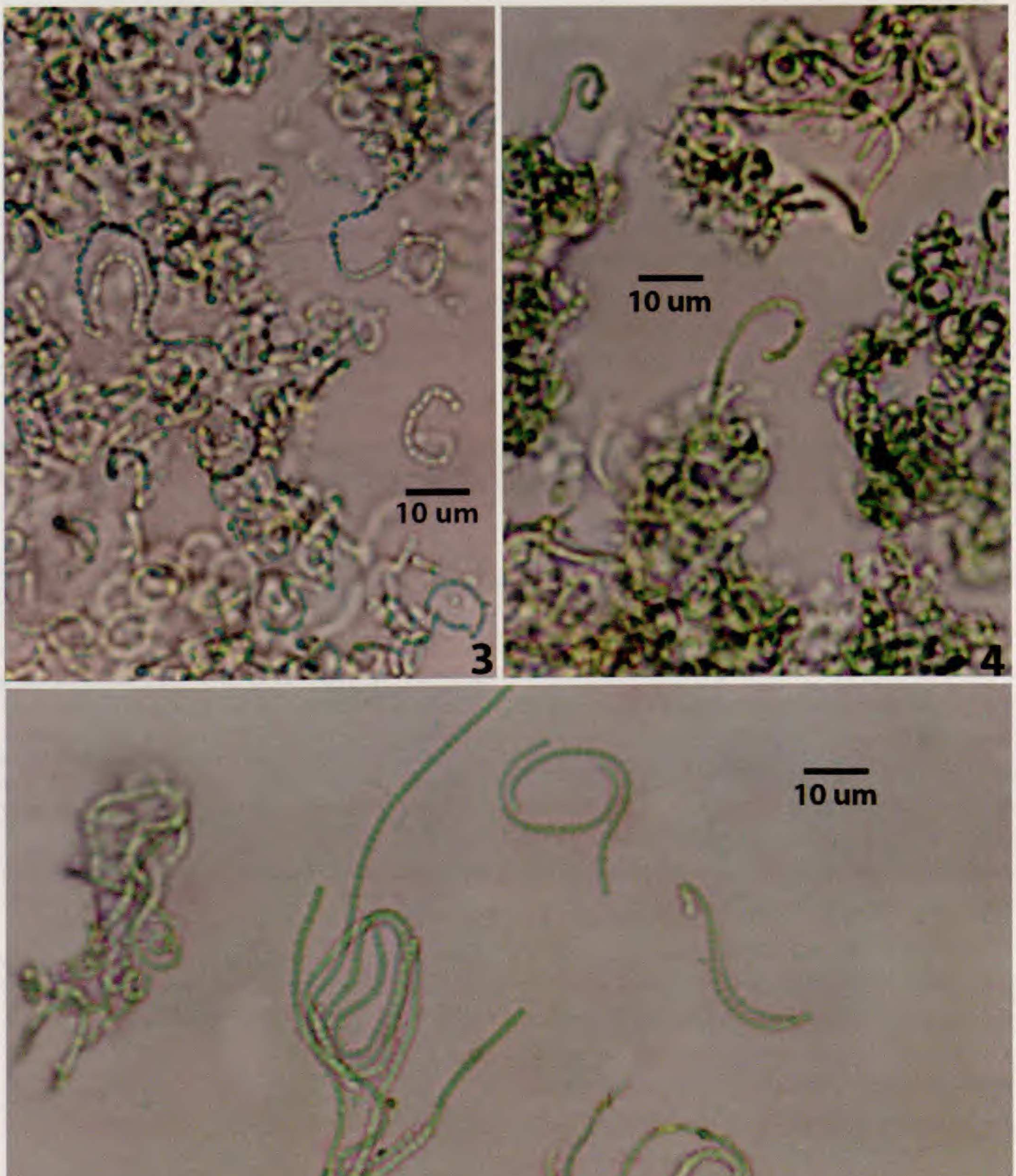


Fig.3. Tricomas de *R. gracilis*, seudofilamentosos bénticos, de cultivos estacionarios (batch) de una semana (morfotipo II) colectados de laguna La Bruja. Figs. 4- 5. Morfotipo II de cultivos estacionarios de 20 días de *R. gracilis* con filamentos largos, elongados y curvados.

dos morfotipos de la laguna La Bruja y un morfotipo correspondiente a la Laguna Grande. La variabilidad fenotípica de idénticos genotipos y los morfotipos de cianobacterias cocoidales relacionadas con la salinidad y temperatura han corroborado la plasticidad fenotípica cianobacterial (Dor & Hornoff, 1985; Palinska *et al*., 1996; Montoya, 2009).

La altura de las espiras de los tricomas de *R. leopoliensis* son similares a las poblaciones naturales de *R .gracilis*. Sin embargo, la longitud celular es mayor en *R. leopoliensis* (3-7.5 µm) que colonizó hábitats de aguas dulces o salobres en comparación de los ambientes salinos (12-17 ppm) de *R. gracilis*. Los morfotipos de *R. gracilis* están relacionadas con la formación de pseudofilamentos (morfotipo II) y la variación en la altura de espiras siendo la de menor altura el morfotipo III de laguna Grande característica relacionada con las mayores salinidades (13-20 ppm).

La plasticidad fenotípica depende del estado del ciclo de vida y hábitat como en la especie halofílica planctónica *Romeria gracilis* de tricomas espiralados y frecuente formación de hormogonios en laguna la Bruja que llegaron a desarrollar tricomas bentónicos seudofilamentosos en cultivo. Estos caracteres transicionales evidencian los rasgos morfológicamente plásticos. Asimismo, la variabilidad morfológica y estructura celular han sido reportados para Brasil y República Checa (Komarek, 2001).

Las especies del género *Romeria* han sido reportadas para reservorios de agua dulce y para el plancton marino, el incremento en su distribución se extiende a hábitats salinos costeros evidenciando su gradiente biogeográfica en Sudamérica. Se registra por primera vez para la flora peruana las especies cianobacteriales filamentosas *Romeria gracilis* y *R. leopoliensis*

Literatura Citada

Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modem approach to the classification system of Cyanophytes. 3.Oscillatoriales. Archiv Hydrobiologie Supplement 80. Stuttgart, 1 - 4:327-472.

Dor, I. & Hornoff, M. 1985. Salinity-temperature relations and morphotypes of a mixed population of coccoid cyanobacteria from a hot, hypersaline pond in Israel. Marine Ecology 6:13-25.

Geitler, L.1932.Cyanophyceae.*In* Rabenhorst, L. (ed.): Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. Akademische Verlagsgesellshaft. m.b.H. Leipzig. 14:1-1196.

Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. *In* Bûdel, B., Gârtner, G., Krienitz, L. & schagerl, M. (eds): SuBwasserflora von Mitteleuropa. Band 19/2. Elsevier GmbH, Munchen. 759 p.

Komárek, J. 2001. Review of the cyanoprokaryotic genus *Romeria*. Czech Phycology. 1:5-19.

Komárek, J., Kling, H. & Komarkova, J. 2003. Filamentous Cyanobacteria. *In* Wehr, J. & Sheath, R.G. (eds): Freshwater Algae of North America. Academic Press. Boston, USA. 117 -196 p.

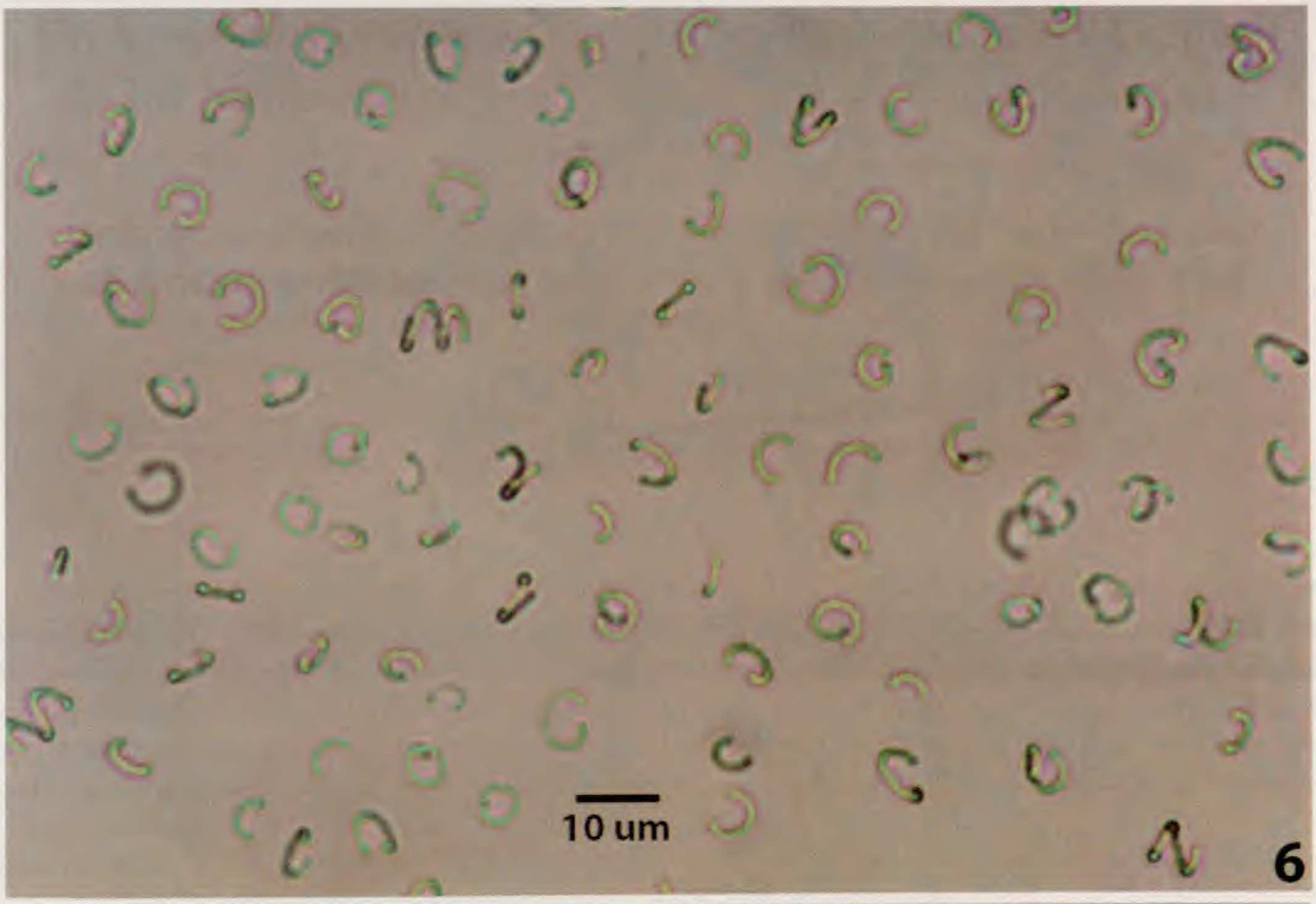
Komárek, J. 2006. Cyanobacterial Taxonomy: Currents problems and prospects for the integration of traditional and molecular approaches. Algae. Vol.21(4): 349-375.

Montoya, H.T. & Golubic, S. 1991. Morphological variability in natural populations of mat forming cyanobacteria in the salines of Huacho, Lima, Perú. Algological Studies 64: 423–441.

Montoya, H. 2009. Algal and Cyanobacterial saline biofilms of the Grande Coastal lagoon, Lima , Peru. *In* Oren, A., Naftz, D., Palacios, P. & Wurtsbaugh, W.A. (eds): Saline Lakes around the world: Unique systems with unique values.Vol XV. S.J. and Jessie E. Quinney Natural.Resources Research Library,Logan, Utah, USA. 127-134.

Oseguera, L. A., Alcocer, J. & Escobar, E. 2010. Seston flux in a tropical saline lake. Verh. Internat. Verein. Limnol. Vol. 30. Part 10. 1477-1481.

Whitton, B. A. & Potts, M. 2000. The Ecology of Cyanobacteria. Their Diversity in Time and Space. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.



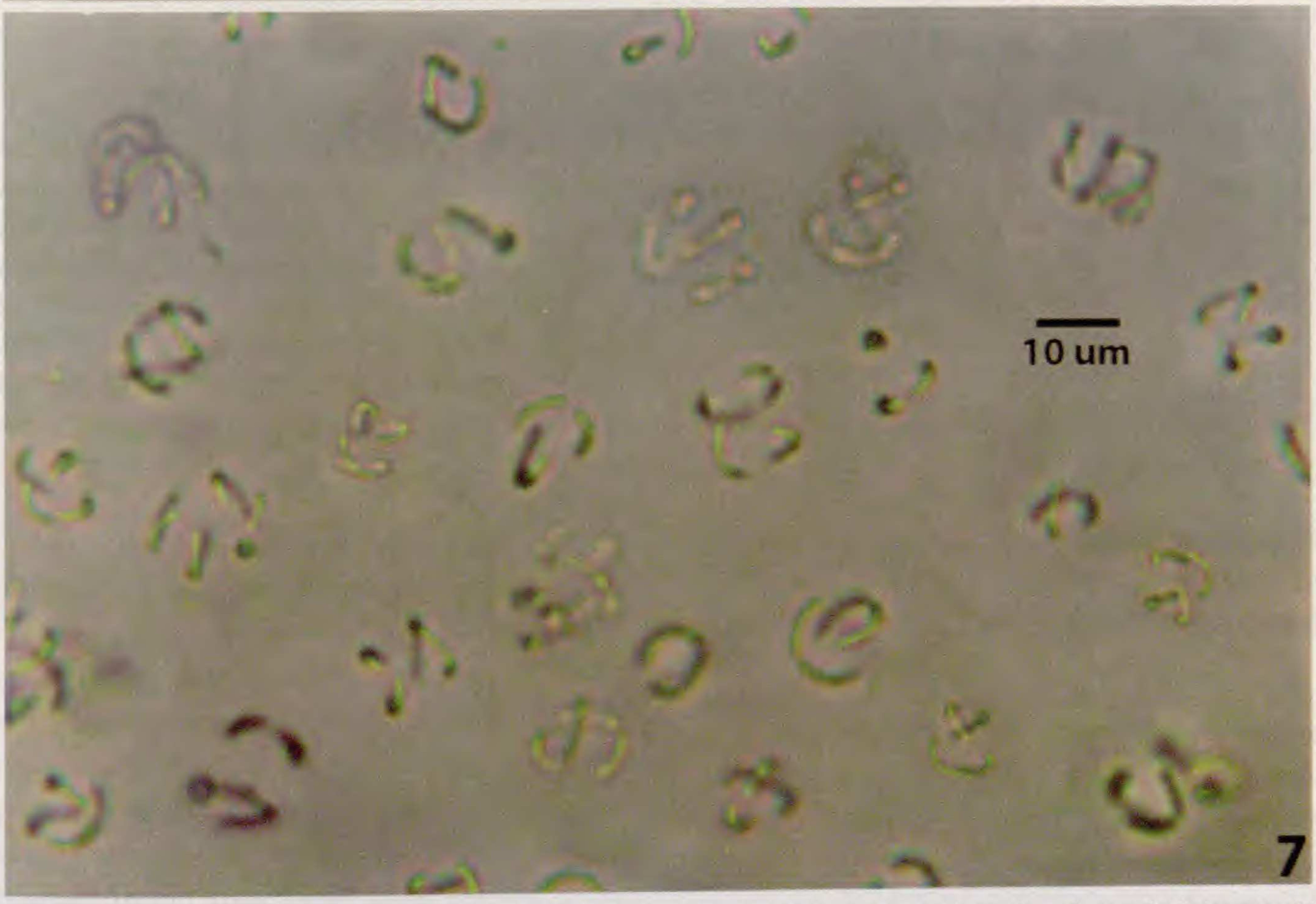


Fig.6. Floración dominante de *Romeria gracilis* con tricomas planctónicos, espiralados con altura de espira corta en salinidades entre 13 y 20 ppm de laguna Grande (morfotipo III). Fig.7. Floración de *Romeria leopoliensis* con tricomas espiralados en laguna Mirador (0-1 ppm) en primavera.